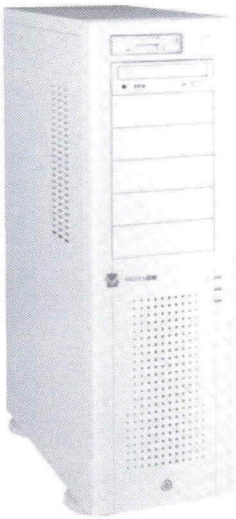
Optimize Server

■ ธรา อั่งสกุล จุลวดี มณีศิลป์ และ ภุชงค์ อุทโยภาศ

เทคโนโลยีลีนุกซ์คลัสเตอร์ และระบบเซิร์ฟเวอร์ขนาดใหญ่



แนวคิดของการจับระบบพีซีจำนวนมากมาต่อกันเป็นระบบใหญ่

ระบบคลัสเตอร์ คือการนำคอมพิวเตอร์หลาย ๆ ตัวมาเชื่อมต่อกันเพื่อให้ทำงานเหมือนเครื่องใหญ่เครื่องเดียว ความแตกต่างระหว่างระบบคลัสเตอร์กับระบบ LAN ก็คือ ระบบ LAN จะเป็นการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์จำนวนมากเพื่อใช้ทรัพยากรร่วมกันโดยแต่ละเครื่องยังเป็นเครื่องอิสระ แต่ระบบคลัสเตอร์เป็นการรวมเครื่องหลาย ๆ เครื่องที่ประสานงานกันอย่างแน่นแฟ้นจนเปรียบเสมือนเป็นเครื่องเดียวกัน ระบบคลัสเตอร์นี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้แทนระบบเซิร์ฟเวอร์ขนาดใหญ่ได้เป็นอย่างดีในราคาที่ถูกกว่าอย่างไม่น่าเชื่อ

โครงสร้างของระบบพีซีคลัสเตอร์ทั่วไปจะประกอบด้วยเครื่องพีซีสมรรถนะสูงจำนวนหนึ่งที่นำมาเชื่อมต่อกันด้วยเครือข่ายความเร็วสูง เช่น ระบบ ATM Switch, Fast Ethernet Switch, Myrinet โดยปกติโครงสร้างพื้นฐานของระบบคลัสเตอร์และระบบ LAN ไม่ต่างกันมาก แต่ระบบคลัสเตอร์จะพึ่งพาซอฟต์แวร์พิเศษที่กระจายงานไปในกลุ่มของคอมพิวเตอร์ที่มารวมกันทำงานเป็นระบบคลัสเตอร์ ดังนั้นคุณสมบัติสำคัญของเทคโนโลยีคลัสเตอร์มีอยู่สามประการคือ เครือข่ายความเร็วสูง ระบบซอฟต์แวร์ที่สนับสนุนการทำงานแบบคลัสเตอร์ และโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ขีดความสามารถดังกล่าว

ในปัจจุบันมีแนวโน้มทางเทคโนโลยีหลายประการที่สนับสนุนการก้าวไปสู่ระบบคลัสเตอร์ เช่น โปรเซสเซอร์ของเครื่องพีซีในปัจจุบันมีสมรรถนะแทบจะไม่แตกต่างจากโปรเซสเซอร์ของเครื่องซูเปอร์คอมพิวเตอร์ ดังนั้นการเชื่อมระบบพีซีเข้าด้วยกันจึงมีสมรรถนะไม่แตกต่างจากระบบซูเปอร์คอมพิวเตอร์ที่ขายกันอยู่เลย อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเทคโนโลยีของพีซีมีการขายจำนวนมหาศาล ผลที่ได้คือ ราคาที่ถูกมากเมื่อเทียบกับประสิทธิภาพ นอกจากนั้นการแข่งขันที่รุนแรงยังทำให้เงินทุนที่ทุ่มให้การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพีซีนั้นมหาศาล การพัฒนาจึงเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ได้ของที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นมากในราคาเท่าเดิมตลอดเวลา

ปัญหาอย่างหนึ่งที่พบอยู่เสมอเมื่อใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ราคาแพงคือค่าบำรุงรักษาที่สูงมากเมื่อเทคโนโลยีนั้นเก่าหรือทำงานช้าไปแล้ว การเพิ่มระบบจะเป็นไปได้ยาก ในขณะที่ในระบบพีซีคลัสเตอร์สามารถเพิ่มความสามารถได้ทีละน้อยในราคาถูกกว่า ข้อดีประการสำคัญก็คือระบบพีซีเป็นเทคโนโลยีที่คนส่วนใหญ่คุ้นเคย ทำให้สามารถบำรุงรักษาระบบได้โดยไม่ต้องจ้างบริษัทในราคาแพง

แนวความคิดของการจับระบบพีซีจำนวนมากมาต่อกันเป็นระบบใหญ่นั้นมีมานานมากแล้ว แต่ความสนใจในการใช้งานเทคโนโลยีนี้เริ่มมาจากการกระตุ้นของโครงการแบวูฟล์ของนาซ่า ทำให้ระบบลีนุกซ์คลัสเตอร์ถูกเรียกในอีกชื่อหนึ่งว่าแบวูฟล์คลัสเตอร์

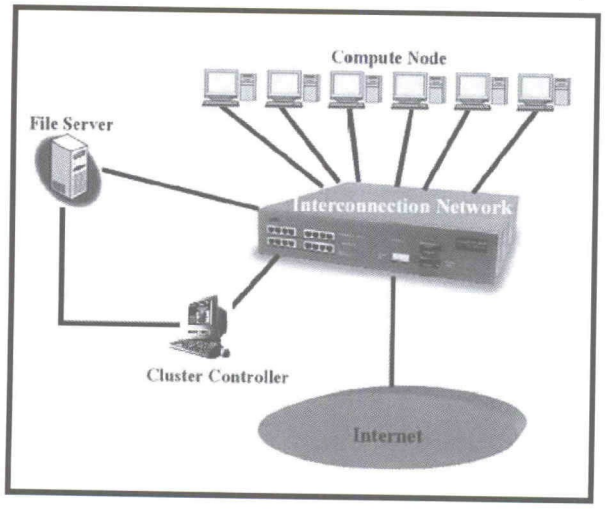
โครงการแบวูฟล์นี้เป็นโครงการที่เกิดขึ้นมาในปี 1994 โดยนักวิจัยสองคนคือ ดร.โทมัส สเตอร์ลิ่ง (Thomas Sterling) และ โดนัล เบคเกอร์ (Don Becker) ซึ่งในขณะนั้นทำงานอยู่ที่ CESDIS (Center of Excellence in Space Data and Information Science) ซึ่งเป็นศูนย์วิจัยอยู่ที่ Goddard Space Flight Center ในรัฐแมรี่แลนด์ ประเทศสหรัฐอเมริกา โครงการนี้ได้รับสนับสนุนจากโครงการ ESS (Earth and Space Science Project) โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาเทคนิคในการนำคอมพิวเตอร์แบบขนานขนาดใหญ่มาใช้แก้ปัญหาหรือจัดการกับข้อมูลขนาดใหญ่ที่ได้รับมาจากการสำรวจอวกาศ แบวูฟล์คลัสเตอร์เครื่องแรกนั้นสร้างขึ้นมาจากเครื่อง PC 486DX100 16 เครื่องที่เชื่อมต่อกันผ่านอีเธอร์เน็ต โครงการนี้เริ่มเป็นที่รู้จักมากขึ้นเมื่อมีการสาธิตในงาน Supercomputing 97 ด้วยการนำเครื่อง PC PentiumPro 200 จำนวน 16 เครื่องมาต่อเข้าด้วยกันและพิสูจน์พลังให้เห็นโดยการคำนวณได้กว่า 1 พันล้านครั้งต่อวินาที ซึ่งเป็นสมรรถนะระดับซูเปอร์คอมพิวเตอร์อย่างแท้จริง ในขณะนี้เครื่องนาซ่าได้สร้างระบบคลัสเตอร์ขนาดใหญ่ไว้ใช้งานหลายระบบ เช่น Chiba city ซึ่งมีพีซี 256 เครื่องมาต่อกัน แต่ระบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุดได้แก่ CPlant ซึ่งเกิดจากการนำเครื่อง Alpha มาลงลีนุกซ์แล้วต่อกันทั้งหมด 592 หน่วยประมวลผล ทำให้คำนวณได้กว่า 54.24 จิกะฟลอปหรือกว่า 5 หมื่นล้านคำสั่งต่อวินาที และติดอันดับที่ 62 ของคอมพิวเตอร์ที่เร็วที่สุดในโลก

แบวูฟล์คลัสเตอร์ เป็นระบบที่มีสถาปัตยกรรมประกอบด้วยเครื่องพีซีคอมพิวเตอร์หลาย ๆ ตัวซึ่งเชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดยใช้เครือข่ายความเร็วสูง สถาปัตยกรรมแบวูฟล์จะต้องประกอบด้วยคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้ อันดับแรกอุปกรณ์ที่นำมาต่อเชื่อมในระบบแบวูฟล์คลัสเตอร์นี้ต้องเป็นของที่หาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดทั่วไป ประการที่สองคือ ซอฟต์แวร์ทั้งหมดที่ใช้ต้องเป็นแบบ Open Source เช่น ใช้ระบบปฏิบัติการลีนุกซ์ ประการถัดมาคือคอมพิวเตอร์แต่ละตัวต้องเชื่อมต่อกันด้วยเครือข่ายความเร็วสูงภายใน ซึ่งเป็นประการหลักที่ทำให้ระบบมีความแตกต่างจากระบบ LAN ทั่วไป ประการสุดท้ายก็คือภายในระบบต้องมีซอฟต์แวร์สำหรับใช้ในการประมวลผลแบบขนานหรือกระจายที่ทำให้เราดึงกำลังเครื่องมาใช้งานได้

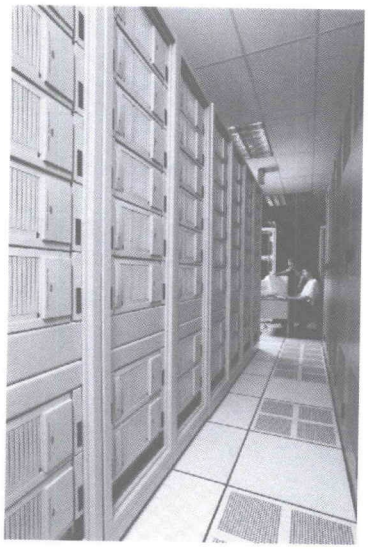
สำหรับในประเทศไทยขณะนี้มีระบบแบวูฟล์คลัสเตอร์ขนาดใหญ่ชื่อว่า พิรุณคลัสเตอร์ ตั้งอยู่ที่สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ขณะนี้มีอยู่ 75 เครื่อง หรือที่เรียกว่า โหนด ด้วยกัน ทำให้ระบบคำนวณได้เร็วถึง 10 จิกะฟลอป ระบบนี้มีความเร็วติดอันดับที่ 43 ของระบบแบวูฟล์ทั่วโลกในขณะนี้

จุดประสงค์ของการนำเทคโนโลยีระบบคลัสเตอร์มาใช้งาน

การนำเทคโนโลยีระบบคลัสเตอร์มาใช้งานจะมีด้วยกันสองจุดประสงค์หลัก คือ



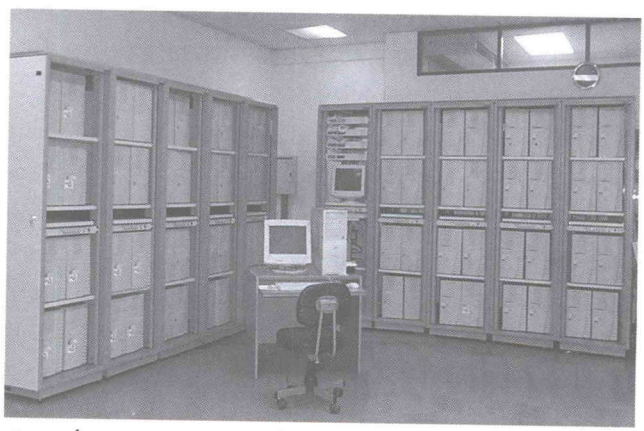
รูปที่ 2 โครงสร้างระบบแบวูฟล์คลัสเตอร์



รูปที่ 1 ระบบ CPlant ตั้งอยู่ที่ Sandia National Laboratory

1. ช่วยเร่งความเร็วของงานหรือทำให้ระบบรองรับผู้ใช้ได้มากขึ้น สำหรับประการนี้เป็นไปได้โดยใช้เทคโนโลยีของการประมวลผลแบบขนานหรือแบบกระจาย ซึ่งเป็นการแบ่งงานใหญ่ ๆ ออกเป็นงานเล็ก ๆ จำนวนมากแล้วให้เครื่องหลายเครื่องช่วยกันทำงาน เช่น ถ้าเราต้องการทำระบบเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ขยายขนาดได้มาก ทำได้โดยการกระจายการเรียกค้นของผู้ใช้ไปหลาย ๆ เครื่อง ดังนั้นผู้ใช้รู้สึกได้ทันทีว่าระบบเร็วขึ้น เนื่องจากแต่ละเครื่องรับงานน้อยลงจริง ๆ แล้วเทคนิคการประมวลผลแบบขนานก็ไม่มีอะไรลึกลับหรอกครับ เพราะเราใช้ในชีวิตประจำวันบ่อย ๆ เช่น การสร้างบ้าน ถ้าใช้ช่างคนเดียวสร้างบ้านอาจจะต้องใช้เวลาหลายปีกว่าจะเสร็จ แต่ถ้าเราจ้างคนงานก่อสร้างมาหนึ่งโขยงมาช่วยกันทำงาน เช่น คนหนึ่งผสมปูน คนหนึ่งก่ออิฐ คนหนึ่งฉาบปูน งานก็เสร็จเร็วขึ้นมาก

2. ทำให้ระบบมีความเชื่อถือได้สูงขึ้นเพื่อรองรับงานที่เป็น Mission Critical Operation งานเหล่านี้ เช่น การบริการฐานข้อมูล ต้องการระบบที่ทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง 7 วัน และตลอดปี การประยุกต์หลักการของคลัสเตอร์อาศัยการทำงานประสานกันของระบบจำนวนมาก เมื่อเครื่องใดเครื่องหนึ่งหยุดทำงาน งานต่าง ๆ จะถูกโอนย้ายหรือทดแทนโดยอัตโนมัติไปยังเครื่องอื่นทำให้ผู้ใช้รู้สึกว่าเครื่องทำงานอยู่ตลอดเวลา



รูปที่ 3 ระบบพิรุณคลัสเตอร์ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Optimize Server

ชนิดของคลัสเตอร์

โครงสร้างของระบบลีนุกซ์คลัสเตอร์แบ่งออกได้เป็น 2 แบบดังนี้

คลัสเตอร์แบบปิด

ระบบนี้จะต่อคลัสเตอร์ผ่านเกตเวย์ที่ซ่อนทั้งระบบจากโลกภายนอก ข้อดีก็คือ มีความปลอดภัยสูงและจะใช้อินเทอร์เน็ตแอดเดรสเพียงแอดเดรสเดียวเท่านั้น ข้อเสียคือ แต่ละโหนดในระบบไม่สามารถช่วยกันบริการข้อมูลกับโลกภายนอกได้ จึงเหมาะกับการใช้ทำงานคำนวณขนาดใหญ่ภายในเท่านั้น

คลัสเตอร์แบบเปิด

ระบบนี้จะต่อกับเน็ตเวิร์กภายนอกโดยตรง ทำให้ผู้ใช้เข้าถึงทุกโหนดในระบบคลัสเตอร์ได้โดยตรง ข้อเสียก็คือ ความปลอดภัยจะต่ำลงมากเพราะต้องคอยดูแลทุกเครื่องในระบบ และยังต้องการหมายเลขอินเทอร์เน็ตแอดเดรสจำนวนมาก แต่ข้อดีก็คือระบบสามารถช่วยกันบริการข้อมูลได้ จึงเหมาะกับงานบริการข่าวสารจำนวนมาก เช่น ใช้เป็นระบบเซิร์ฟเวอร์ สำหรับ WWW หรือ ftp ที่ขยายตัวได้ ระบบนี้น่าจะเหมาะกับการทำเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ด้วย แต่ในขณะนี้ยังไม่มีซอฟต์แวร์ที่จะประยุกต์เป็นฐานข้อมูลที่ใช้ขีดความสามารถของระบบคลัสเตอร์ได้ เว็บไซท์ที่ IBM แสดงการแข่งหมากรุกระหว่าง Deep Blue กับ Gary Kasparov ใช้ระบบซูเปอร์คอมพิวเตอร์ IBM SP ของ IBM เองมาต่อในแบบคลัสเตอร์เปิดนี่เอง

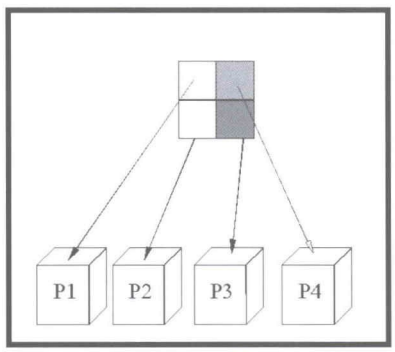
การติดตั้งระบบลีนุกซ์คลัสเตอร์

การติดตั้งระบบลีนุกซ์คลัสเตอร์เพื่อใช้งานนั้นสามารถทำได้โดยมีขั้นตอนคร่าว ๆ ดังนี้

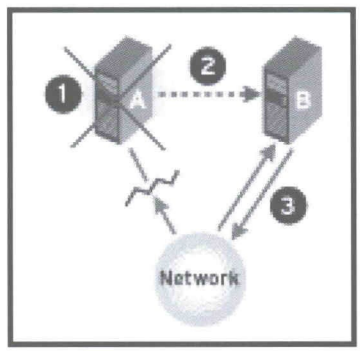
การเลือกฮาร์ดแวร์

1. การเลือกเมนบอร์ดนั้นต้องให้มั่นใจว่าใช้กับลีนุกซ์ได้ อย่างไรก็ตาม บอร์ดควรมีสิ่งเหล่านี้

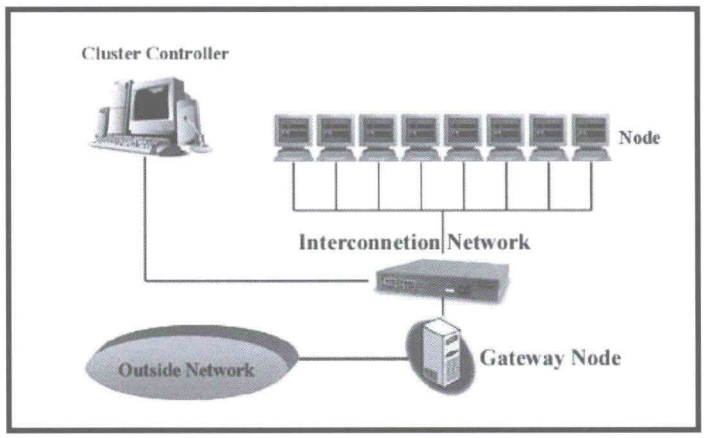
- มีหน่วยความจำแคชมาก ๆ อย่างน้อยต้อง 512 กิโลไบต์ เพราะจะช่วยให้โปรแกรมทำงานเร็ว นอกจากนี้ต้องขยายหน่วยความจำได้มาก ๆ
- ใช้ความเร็วเมนบอร์ด 100 MHz ขึ้นไป และมีหน่วยความจำที่มีความเร็วในระดับเดียวกันด้วย เช่น SDRAM 100 MHz



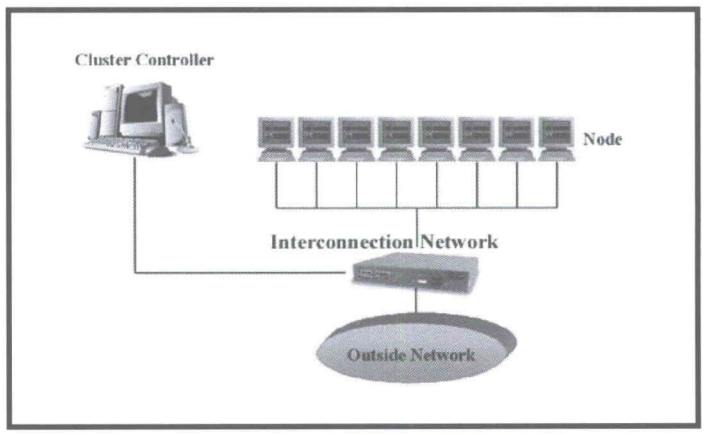
รูปที่ 4 แนวคิดของการประมวลผลแบบขนาน



รูปที่ 5 ระบบ High Availability



รูปที่ 6 โครงสร้างระบบคลัสเตอร์แบบปิด



รูปที่ 7 โครงสร้างระบบคลัสเตอร์แบบเปิด

- ถ้าเป็นไปได้ควรมีวงจรตรวจสภาวะเมนบอร์ด เช่น แบบที่ใช้ชิป LM78 ในลีนุกซ์จะมีไดรเวอร์ที่ช่วยให้อ่านค่า เช่นอุณหภูมิของเมนบอร์ดได้ ทำให้ทราบปัญหาที่กำลังจะเกิด เช่น พัดลมซีพียูตายได้อย่างรวดเร็ว
- ถ้ามีฮาร์ดแวร์บางตัว เช่น SCSI Controller, Sound Card หรือ Display Card อยู่เลยก็จะช่วยประหยัดเงินได้ส่วนหนึ่ง แต่ก็ไม่จำเป็นนัก เนื่องจากบางคนอาจมองว่าไม่ยืดหยุ่นพอซึ่งก็เป็นความจริงอยู่เหมือนกัน

2. ฮาร์ดดิสก์มีทั้งแบบ IDE และแบบ SCSI แบบ IDE มีข้อดีคือราคาถูกและในแง่ความเร็วก็ทัดเทียม SCSI เมื่อใช้อินเตอร์รัพต์โหมด 4 แต่ SCSI มีข้อเหนือกว่าอย่างน้อยสองประการคือ สามารถขยายได้มากกว่า 4 ตัว เนื่องจากโครงสร้างที่เป็นบัสและยังมีความคงทนกว่าเมื่อถูกใช้งานหนัก

3. CD-ROM ใช้แบบ IDE ธรรมดา โดยลีนุกซ์จะสนับสนุนการใช้ซีดีรอมแบบนี้เกือบทุกยี่ห้อ การมีซีดีรอมจะช่วยให้การลงซอฟต์แวร์ง่ายขึ้นมากแต่ไม่จำเป็นต้องติดทุกโหนดเพราะสามารถใช้งานร่วมกันผ่านระบบเน็ตเวิร์ก ฟลอบปี้ดิสก์ไดรฟ์ควรมีทุกโหนด เนื่องจากเวลามีความผิดปกติหรือระบบไฟล์พังเราสามารถบูตจากแผ่นเพื่อเข้าไปซ่อมระบบได้ง่าย

4. ระบบเทปแบ็กอัพนั้นต้องมี เนื่องจากระบบเราเป็นระบบใหญ่ที่ต้องมีการแบ็กอัพเป็นระยะเพื่อกันการสูญหายของข้อมูล

5. มอนิเตอร์ ถ้าเป็นไปได้ควรมีมอนิเตอร์ขนาดใหญ่ 17 นิ้วไว้เพื่อแสดงผลงานและพัฒนาโปรแกรม ส่วนคีย์บอร์ดนั้นควรมีอุปกรณ์สลับสายคีย์บอร์ดมาช่วยเพื่อให้เข้าถึงทุกเครื่องได้โดยใช้คีย์บอร์ดอันเดียวเท่านั้น

6. เน็ตเวิร์กที่ใช้มีได้หลายแบบ เช่น ATM, Myrinet แต่ที่เหมาะกับบ้านเราที่สุดเห็นจะเป็น Fast Ethernet ซึ่งในขณะนี้มีราคาถูกลงมามาก ถ้ามีเงินพอน่าจะใช้ Fast Ethernet switch แบบแพง ๆ อาจจะเป็นแสน ๆ บาท แต่แบบที่ถูก ๆ สี่ห้าหมื่นบาทก็มี สิ่งที่ควรมองคือ

- แบนด์วิดธ์ของ Backplane ต้องมากกว่าจำนวนพอร์ตคูณด้วยความเร็ว เช่น สวิตช์แบบ 8 พอร์ตต้องมีแบนด์วิดธ์มากกว่า 800 Mbps เป็นต้น
- แต่ละพอร์ตต้องทำงานแบบ Full Duplex และเป็น Autonegotiable ซึ่งต่อได้ทั้งแบบ 10 และ 100 เมกะบิต
- การ route Ethernet packet ควรเป็นแบบ cut-through ซึ่งมีเวลาหน่วง (delay หรือ latency) ต่ำกว่าแบบ store-and-forward มาก
- การ์ดอินเตอร์เฟสควรจะเป็นแบบ Ethernet 10/100 ที่สนับสนุนโดยระบบลีนุกซ์ ระวังว่าสายทุกเส้นเป็นแบบ CAT-5 ซึ่งวิ่งได้ 100 เมกะบิต ไม่อย่างนั้นจะโดนหลอกเวลาระบบไม่ทำงานขึ้นมา

เมื่อตัดสินใจเลือกฮาร์ดแวร์แล้วก็ต้องเตรียมข้อมูลไว้ให้พร้อม ข้อมูลหลัก ๆ ที่ต้องเตรียมการคือ

- ข้อมูลเกี่ยวกับ TCP/IP ที่ต้องการใช้ เช่น กำหนดหมายเลขไอพีอย่างไรบ้าง ในระบบแบบปิดจะใช้หมายเลขอะไรก็ได้ เนื่องจากเราได้ตัดระบบออกจากภายนอกโดยใช้เกตเวย์ (ที่เกตเวย์ต้องตั้งให้เป็น IP forwarding ด้วย เพื่อให้คนที่อยู่ข้างในติดต่อออกไปข้างนอกได้) ถ้าเป็นระบบเปิดต้องกันที่ในตารางไอพีของหน่วยงานไว้ด้วย เน็ตมาส์ค (Netmask) ที่จะใช้ ถ้าเป็นระบบปิดก็ง่ายหน่อย เช่น ใช้ 255.255.255.0 ก็ได้ ทำให้ต่อได้ประมาณ 253 เครื่อง นอกจากนั้นก็มี DNS และเกตเวย์ที่ใช้ออกสู่ภายนอกว่าใช้อะไร
- ข้อมูลการจัดระบบ เช่น จะแบ่งเนื้อที่บนดิสก์จะแบ่งอย่างไรสำหรับระบบ โปรแกรมประยุกต์ และข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อที่เก็บข้อมูลต้องกันไว้พอสมควร เนื่องจากระบบที่เราตั้งมักจะถูกใช้ในการจัดการกับการคำนวณที่ใช้หรือสร้างข้อมูลที่มีปริมาณมาก ๆ

ซอฟต์แวร์ที่ต้องติดตั้งเพื่อใช้งาน

ขั้นต่อไปเป็นการเตรียมจัดหาซอฟต์แวร์ที่จะมาติดตั้งใช้งาน โดยหลักแล้วการสร้างระบบแบวูฟล์คลัสเตอร์นั้นต้องการซอฟต์แวร์ต่อไปนี้

- ระบบปฏิบัติการ ระบบลีนุกซ์นั้นมีด้วยกันหลาย Distribution เช่น RedHat, Debian, Turbo Linux, Slackware แต่ RedHat 6.2 จะเป็น Distribution ที่แพร่หลายที่สุด ซอฟต์แวร์นี้สามารถหาซื้อได้ที่ พันธุ์ทิพย์ พลาซ่า หรือ Bookchest ที่สยามสแควร์ (ถูกกฎหมายด้วยนะครับ) หรือดาวน์โหลดจาก www.redhat.com ก็ได้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากซอฟต์แวร์นี้ใหญ่มากขอแนะนำให้ไปซื้อ CD เอาดีกว่า
- ระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้โปรแกรมแบบขนานหรือกระจาย เนื่องจากการดึงพลังของระบบคลัสเตอร์มาใช้งานได้นั้นต้องกระจายงานขนาดใหญ่ไปยังหลายเครื่องให้ทำงานพร้อมกันโดยอาศัยการแลกเปลี่ยนข่าวสารผ่านเครือข่ายในการติดต่อระหว่างกลุ่มของโปรแกรมที่ช่วยกันทำงาน สำหรับการทำงานทางวิทยาศาสตร์ ระบบโปรแกรมแบบขนานที่ใช้งานกันเป็นมาตรฐานมีอยู่สองระบบ คือ PVM และ MPI ระบบ PVM นั้นเป็นระบบที่มีมาก่อนตั้งแต่ราวปี 1991-1992 โดยเป็นงานของ Oak Ridge National Laboratory และ University of Tennessee at Knoxville แต่ในราวปี 1994 ได้มีมาตรฐานใหม่เกิดขึ้นมาคือ MPI ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง และน่าจะเข้ามาทดแทนระบบ PVM แต่ PVM ก็ยังเป็นที่นิยมใช้กันอยู่มาก ซอฟต์แวร์เหล่านี้สามารถดาวน์โหลดได้ สำหรับทางธุรกิจมักจะใช้ระบบ LVS (Linux Virtual Server) จาก http://www.linuxvirtualserver.org มาสร้างภาพเสมือนของกลุ่มคลัสเตอร์ในการทำ Web การประยุกต์จะได้กล่าวถึงต่อไป
- โปรแกรม Utility และ Library ต่าง ๆ โปรแกรมเหล่านี้บ้างก็ช่วยให้บริหารระบบได้ดีขึ้น มี Library Math บางตัวที่ทำงานแบบขนานได้ เช่น Scalapack, PetSc เป็นต้น เรื่องเกี่ยวกับพวกนี้จะขอนำไปพูดรวมในตอนท้ายนะครับ นอกจากไลบรารีทางคณิตศาสตร์แล้วยังมีโปรแกรมประยุกต์บางตัวที่น่าเล่น เช่น POVRAY ซึ่งเป็น freeware โปรแกรมสำหรับทำ Graphic Rendering โปรแกรมนี้มีทำงานทั้งบนระบบวินโดวส์และลีนุกซ์ โดยบนระบบลีนุกซ์จะมีรุ่นที่ทำงานแบบขนานได้ด้วย คือใช้เครื่องคอมพิวเตอร์จำนวนมากช่วยกัน Render Graphics

Optimize Server

การสร้างภาพหนึ่งเดียวให้ระบบ (Single System Image)

การสร้างภาพหนึ่งเดียวให้ระบบ หมายถึงการติดตั้งระบบคลัสเตอร์ให้ผู้ใช้มองเห็นทุกอย่างที่สำคัญในระบบเป็นแบบเดียวกันหมดไม่ว่ามองจากโหนดใดของระบบ คุณสมบัติแบบ Single System Image นั้น ผู้ใช้ต้อง

- มองเห็นระบบไฟล์เหมือนกันหมด ไม่ว่าจะ login เข้าไปที่โหนดใดในระบบ
- มองเห็นระบบบัญชีผู้ใช้เหมือนกันหมด ไม่ว่าจะเข้าไปใช้โหนดใด
- ความสามารถในการติดตั้งซอฟต์แวร์ที่จุดเดียวเท่านั้น

คุณสมบัติเหล่านี้ทำให้การบำรุงรักษาระบบเป็นไปโดยง่ายดายสำหรับผู้บริหารระบบ การสร้างคุณสมบัติเหล่านี้ขึ้นมาในระบบทำได้ไม่ยาก จะขอยกตัวอย่างง่าย ๆ ดังนี้

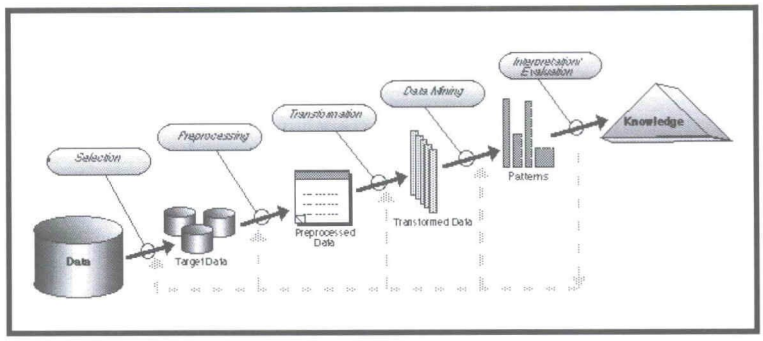
- ให้โหนดใดโหนดหนึ่งเป็นไฟล์เซิร์ฟเวอร์ แล้วให้ทุกโหนดใช้เนื้อที่ของผู้ใช้ เช่น /home และเนื้อที่ที่ลงซอฟต์แวร์ เช่น /usr/local, /usr/bin ร่วมกัน การทำเช่นนี้ทำให้ผู้ใช้เห็นระบบไฟล์แบบเดียวกันหมด
- ใช้ระบบ NIS (Network Information Services) ในการรวมระบบบัญชีผู้ใช้เข้าหากัน การใช้ระบบ NIS นั้นการติดตั้งจะง่ายมาก แต่ข้อเสียก็คือ เมื่อเซิร์ฟเวอร์ของ NIS ตายเราจะไม่สามารถ Login เข้าไปใช้โหนดใดได้เลย เพราะระบบการตรวจสอบบัญชีผู้ใช้จะไม่ทำงาน ดังนั้นในหลายระบบจึงพัฒนา Replication Script ขึ้นมาเองเพื่อก๊อบปี้ไฟล์ที่สำคัญไปทุกโหนด ข้อดีของการทำ Replication คือสามารถเข้าไปทุกโหนดได้เสมอ แต่การทำ Replication ไม่ได้สนับสนุนเป็นมาตรฐานมา ที่จริงมีโปรแกรมชื่อ rdist ที่อาจจะใช้ได้ขอให้ผู้อ่านไปตรวจสอบเองครับ

การประยุกต์ใช้งานลีนุกซ์คลัสเตอร์

ระบบลีนุกคลัสเตอร์สามารถนำไปประยุกต์ได้หลายด้าน ทั้งทางด้านธุรกิจและทางด้านการประมวลผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะขอยกตัวอย่างดังต่อไปนี้

การประยุกต์ใช้งานลีนุกซ์คลัสเตอร์ในงานด้านธุรกิจ

เนื่องจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์กับธุรกิจเริ่มมีมากขึ้น ดังนั้นการใช้งานของลีนุกซ์คลัสเตอร์จึงมิได้ถูกจำกัดอยู่เพียงงานทางด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการใช้งานทางด้านธุรกิจได้ด้วย ซึ่งพอจะแบ่งเป็นด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้



รูปที่ 8 กระบวนการทำ Data Mining ซึ่งต้องใช้กำลังการประมวลผลสูงมาก

- **ด้านการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่**

ในการคำนวณข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อให้ได้มาซึ่งฐานความรู้ (Knowledge Based) นั้น จำเป็นต้องอาศัยเทคนิคต่าง ๆ เช่น การทำ Information Retrieval, Data Mining, Data Warehouse, การทำ index ของเอกสารต่าง ๆ ซึ่งเป็นเทคนิคที่อยู่เบื้องหลังของความสำเร็จของเว็บเซิร์ฟเวอร์ในปัจจุบัน ซึ่งการกระทำดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูงเนื่องจากเป็นงานที่ใช้เวลาในการทำงานหลายวัน ดังนั้นลีนุกซ์คลัสเตอร์จึงมีบทบาทในด้านนี้ไม่แพ้ในด้านอื่น ๆ

- **ด้านการสร้างเว็บเซิร์ฟเวอร์**

จุดประสงค์ของการนำลีนุกซ์มาเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ก็เพื่อทำให้เว็บนั้นมีคุณสมบัติในด้าน High-Availability ซึ่งหมายถึงการทำให้ user สามารถใช้บริการตลอดเวลาถึงแม้จะมีบางโหนดตายไปก็ตาม การใช้งานลีนุกซ์คลัสเตอร์เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์นั้นจำเป็นต้องใช้คลัสเตอร์แบบเปิดเพื่อให้ User ติดต่อเข้ามาผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้ การใช้งานลีนุกซ์คลัสเตอร์เป็นเว็บคลัสเตอร์ที่สามารถขยายตัวได้ต้องอาศัยซอฟต์แวร์ช่วยในการกระจายงาน ในเบื้องต้นอาจใช้วิธีการกระจายงานแบบง่าย ๆ โดยแก้ไข Domain name Server (DNS) ให้ชื่อเดียวกันแต่มีหลาย IP ทำให้เมื่อมีไคลเอนต์ต้องการ Resolve Hostname เป็น IP DNS จะตอบโดยกระจาย IP ไปบนหลายเครื่องทำให้การบริการผู้ใช้ถูกกระจายออกตามไปด้วย

การติดตั้งอีกแบบที่ดีกว่า แต่ซับซ้อนกว่า คือการใช้ Linux Virtual Server (LVS) ซึ่งเป็นการแก้ไขพิเศษในระดับเคอร์เนล (แต่ RedHat 6.2 สนับสนุน LVS ในตัวเรียบร้อยแล้ว) ซอฟต์แวร์ LVS จะทำงานโดยบนเซิร์ฟเวอร์โหนดดังนี้

1. รับ IP based Request จากไคลเอนต์
2. เลือกเซิร์ฟเวอร์ที่เหมาะสมเพื่อให้บริการไคลเอนต์นั้น
3. ส่ง IP โดยผ่านการแปลงแอดเดรสให้เหมาะสมไปยังเซิร์ฟเวอร์ที่ถูกเรียก
4. เซิร์ฟเวอร์ค้นและส่งข้อมูลกลับไปให้ไคลเอนต์เอง

ในปัจจุบันมีเว็บเซิร์ฟเวอร์หลายตัวใช้วิธีนี้ เช่น www.google.com ซึ่งใช้ลีนุกซ์คลัสเตอร์มากกว่า 4,000 โหนดเพื่อใช้ในการให้บริการการค้นข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต LVS สามารถดาวน์โหลดได้จาก www.linuxvirtualserver.org

● ด้านการสร้าง Internet Server ขนาดใหญ่และการทดแทน File Server ภายในองค์กร

ในอดีตการใช้งาน Internet Server ขนาดใหญ่นิยมใช้เซิร์ฟเวอร์เครื่องเดียวที่มีสมรรถนะสูงเพื่อรองรับจำนวนของผู้ใช้บริการที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แต่อย่างไรก็ตามวิธีการดังกล่าวต้องใช้ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ดังนั้นลีนุกซ์คลัสเตอร์ซึ่งมีความสามารถในการให้บริการด้าน Internet Server อยู่แล้วจึงเป็นทางออกที่ดีสำหรับผู้ให้บริการ Internet Server ขนาดใหญ่ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานใน 2 ด้านคล้ายกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว

องค์กรในปัจจุบันใช้ File Server เพื่อที่จะแชร์ข้อมูลระหว่างพนักงานภายในองค์กรเพื่อประหยัดฮาร์ดดิสก์ ซึ่งจำเป็นต้องใช้เซิร์ฟเวอร์ที่มีขนาดใหญ่เพื่อที่จะตอบสนองผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นลีนุกซ์เซิร์ฟเวอร์ก็เป็นทางออกที่ดีสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในด้านนี้เช่นกัน

● ด้านธุรกิจการสร้างภาพยนตร์

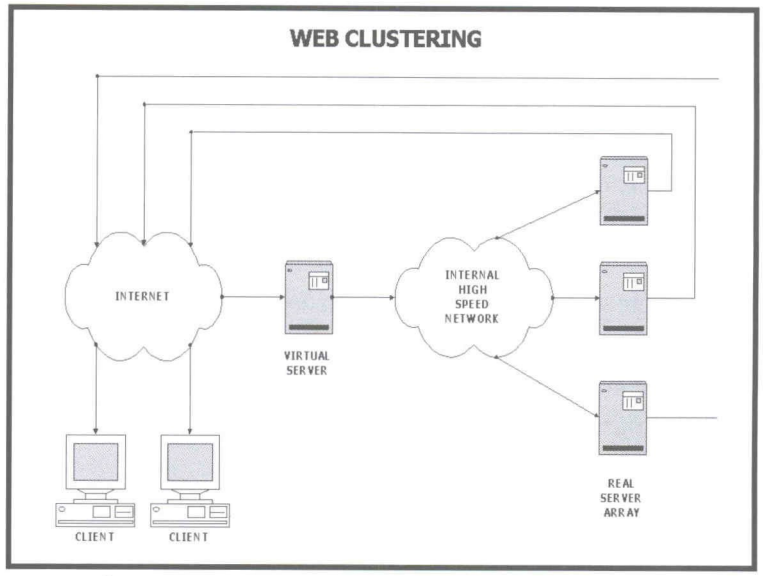
ในการสร้างภาพยนต์ที่ใช้ Computer Graphics เพื่อสร้างความสมจริงให้กับภาพยนตร์นั้นจะต้องใช้เวลาในการสร้างภาพ (Render) ในแต่ละเฟรมค่อนข้างนาน ซึ่งกว่าจะได้ภาพยนตร์สักเรื่องหนึ่งต้อง Render ภาพหลายเฟรมมาก ดังนั้นจึงมีผู้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีลีนุกซ์คลัสเตอร์เข้ากับการสร้างภาพยนตร์ เช่น บริษัท Digital Domain ผู้สร้างความสมจริงให้กับภาพยนตร์ที่เรารู้จักหลายเรื่อง เช่น Titanic, True Lies, Apollo 13, Dante's Peak, Fifth Element เป็นต้น ได้ใช้ลีนุกซ์คลัสเตอร์ 160 เครื่องเพื่อการสร้างภาพที่สมจริงดังกล่าว

● ด้านการสร้างร้านค้าเสมือน

คงจะดีไม่น้อยถ้าเราสามารถเลือกซื้อสินค้าโดยที่เราสามารถเดินเข้าไปในร้านค้าเสมือนที่อยู่ใน 3 มิติแล้วเราสามารถเลือกซื้อสินค้าดังกล่าวแบบ On-demand เช่น ถ้าเราเดินเข้าไปในเว็บเพจของร้านให้เช่าวิดีโอแล้วคลิกที่ภาพยนตร์แล้วมีภาพยนตร์ที่ส่งผ่านอินเทอร์เน็ตมาให้เราดูถึงบ้าน ซึ่งการกระทำดังกล่าวจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ความเร็วสูงที่ใช้ในการส่งข้อมูลมาให้ลูกค้า ซึ่งลีนุกซ์คลัสเตอร์ก็เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจที่จะประยุกต์ใช้ในด้านดังกล่าว

การประยุกต์ใช้งานลีนุกซ์คลัสเตอร์ในงานด้านวิทยาศาสตร์

ในปัจจุบันหลายหน่วยงานเริ่มนิยมใช้ลีนุกซ์คลัสเตอร์ในการคำนวณงานทางด้านวิทยาศาสตร์เพื่อทดแทนระบบซูเปอร์คอมพิวเตอร์ งานดังกล่าวสามารถแบ่งเป็นกลุ่มได้ดังนี้



รูปที่ 9 การทำ Web Clustering โดยใช้ LVS

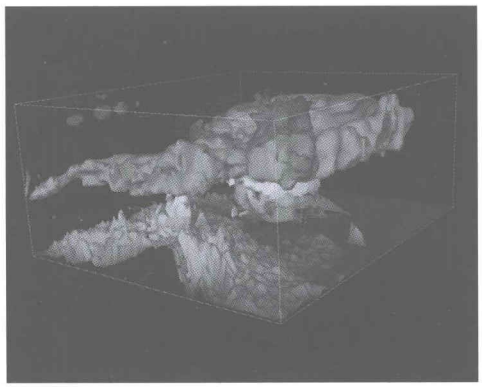
รูปที่ 10 รูปคลื่นในทะเลที่เกิดจากการ Rendering บนลีนุกซ์คลัสเตอร์

● ด้านการพยากรณ์อากาศ

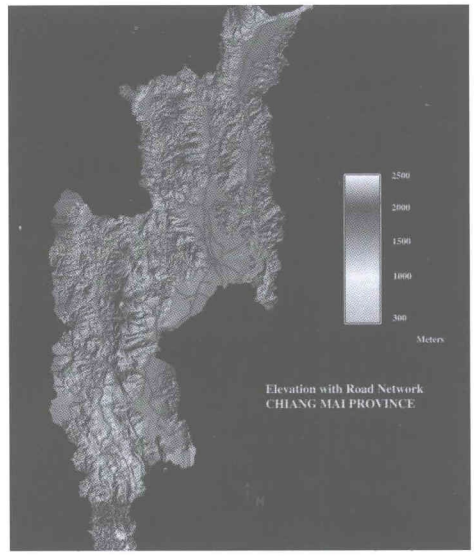
ในอดีตในการพยากรณ์อากาศนั้นจำเป็นต้องใช้ระบบซูเปอร์คอมพิวเตอร์เนื่องจากต้องอาศัยการคำนวณอย่างมหาศาลในเวลาอันจำกัด (ลองคิดดูถ้าผลการพยากรณ์อากาศของวันพรุ่งนี้คำนวณเสร็จในอีก 2 สัปดาห์ข้างหน้า ผลจะเป็นอย่างไร) แต่อย่างไรก็ตาม ระบบซูเปอร์นั้นมีราคาสูงมาก ดังนั้นการใช้ลีนุกซ์คลัสเตอร์จึงเป็นทางออกที่ดีทางหนึ่งสำหรับประเทศยากจนในการพยากรณ์อากาศ ในปัจจุบันมีผู้พัฒนาโปรแกรมในการพยากรณ์อากาศสำหรับลีนุกซ์คลัสเตอร์ เช่น โปรแกรม Parallel PSU/NCAR Mesoscale Model Generation 5 (MM5) ในปัจจุบันมีผู้นิยมใช้ซอฟต์แวร์ดังกล่าวมาใช้ในสถาบันทางด้านพยากรณ์อากาศมากกว่า 30 ประเทศทั่วโลก

● ด้านการคำนวณผลภาพถ่ายดาวเทียม

ในการวางผังเมือง การจัดการที่ดิน การจัดการระบบจราจร การวางแผนป้องกันน้ำท่วม เราจำเป็นต้องใช้ภาพถ่ายดาวเทียมหรือภาพถ่ายทางอากาศเพื่อมาวิเคราะห์หาข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็น ซึ่งการใช้ซอฟต์แวร์เพื่อวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมดังกล่าวใช้ระยะเวลาในการทำงานค่อนข้างนาน ลีนุกซ์คลัสเตอร์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีผู้นิยมใช้มาวิเคราะห์ผลภาพถ่ายดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศ ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการคำนวณผลภาพถ่ายดาวเทียม เช่น GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) ของ GRASS Research Group มหาวิทยาลัย Baylor ประเทศสหรัฐอเมริกา



รูปที่ 11 ข้อมูลการพยากรณ์อากาศบนลีนุกซ์คลัสเตอร์



รูปที่ 12 ภาพดาวเทียมจังหวัดเชียงใหม่

● ด้านการออกแบบเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และยานพาหนะ

การออกแบบเครื่องมือทางวิทยาศาตร์ที่สำคัญ เช่น การออกแบบกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ การออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการวิจัย รวมถึงการออกแบบยานพาหนะที่ใช้กันในปัจจุบันนิยมสร้างแบบจำลองโดยใช้คอมพิวเตอร์ก่อนที่จะสร้างจริง เพื่อที่จะได้สามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดต่าง ๆ ก่อนที่จะสร้างจริง การรันโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบ (CAD/CAM) ต่าง ๆ ค่อนข้างจะใช้ระยะเวลานาน ดังนั้นจึงมีผู้ผลิตอุปกรณ์และยานพาหนะบางรายนำเทคโนโลยีลีนุกซ์คลัสเตอร์ไปประยุกต์ใช้

● ด้านการจำลองแบบทางฟิสิกส์

เทคโนโลยีทางด้านฟิสิกส์ซึ่งเป็นพื้นฐานต่าง ๆ ทางด้านวิศวกรรมในปัจจุบันได้รุดหน้าไปมาก มีผู้หันมานิยมใช้การจำลองแบบในงานที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์มากขึ้น เช่น การจำลองแบบการกระจายความร้อน การจำลองแบบทางด้านนิวเคลียส์ฟิสิกส์ แต่อย่างไรก็ตาม โปรแกรมจำลองแบบด้านฟิสิกส์มีความต้องการในการคำนวณสูง ดังนั้นจึงมีผู้ประยุกต์ใช้ลีนุกส์คลัสเตอร์มากขึ้นเรื่อย ๆ

● ด้านการจำลองแบบทางเคมี

วิทยาการทางด้านเคมีเริ่มหันมาใช้การจำลองแบบมากขึ้น เช่น การจำลองแบบมลพิษในอากาศ การศึกษาพฤติกรรมของอนุภาคใน Fluidize-Based การคำนวณพฤติกรรมต่าง ๆ ของของไหล เป็นต้น ซึ่งการจำลองแบบเหล่านี้เป็นพื้นฐานที่สำคัญในโรงงานต่าง ๆ โปรแกรมการจำลองแบบดังกล่าวต้องอาศัยระยะเวลาในการคำนวณค่อนข้างนาน ดังนั้นลีนุกซ์คลัสเตอร์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อที่จะใช้ในการพัฒนาโปรแกรมจำลองแบบทางด้านเคมี

● ด้านการจำลองแบบทางชีววิทยา

ในปัจจุบันเทคโนโลยีในด้านการจำลองแบบทางชีววิทยาก้าวหน้าขึ้นมากจนสามารถจำลองแบบ Sub-Cellular (อนุภาคที่มีขนาดระหว่าง μM จนถึง nM) ได้ ซึ่งมีผู้นิยมใช้ซอฟต์แวร์การจำลองแบบเพื่อจำลอง DNA การจำลองเซลล์ของกล้ามเนื้อ ตลอดจนถึงการทำยา ซึ่งซอฟต์แวร์ดังกล่าวจำเป็นต้องรันบนเครื่องที่มีสมรรถนะสูง ดังนั้นลีนุกซ์คลัสเตอร์จึงเป็นอีกหนึ่งสำหรับนักชีววิทยาที่ต้องการรันโปรแกรมการจำลองแบบทางชีววิทยา

สรุป

ระบบลีนุกซ์คลัสเตอร์นับเป็นเทคโนโลยีที่น่าสนใจและมีประโยชน์อีกเทคโนโลยีหนึ่ง โดยสามารถลดค่าใช้จ่ายได้อย่างมากหากมีการประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีนี้ยังต้องการการพัฒนาอีกระดับหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านโปรแกรมประยุกต์ที่สามารถใช้พลังของระบบนี้ได้ แต่ในอนาคตอันใกล้ การใช้งานระบบลีนุกซ์คลัสเตอร์คงเป็นไปอย่างกว้างขวางในองค์กรต่าง ๆ ต่อไป ข้อมูลเพิ่มเติมให้ค้นได้ที่ http://tfcc.cpe.ku.ac.th หรือ http://smile.cpe.ku.ac.th